

## METHOD AND ARRANGEMENT FOR TREATING WASTEWATER CONTAINING BOTH AMMONIA AND PHOSPHORUS

Publication number: JP2001037467

Publication date: 2001-02-13

Inventor: MATSUNAGA AKIRA

Applicant: MEIDENSHA ELECTRIC MFG CO LTD

Classification:

- International: C12N1/20; C02F1/28; C02F1/58; C02F3/34; C12N1/20;  
C02F1/28; C02F1/58; C02F3/34; (IPC1-7): C12N1/20;  
C02F1/28; C02F1/58; C02F3/34

- European:

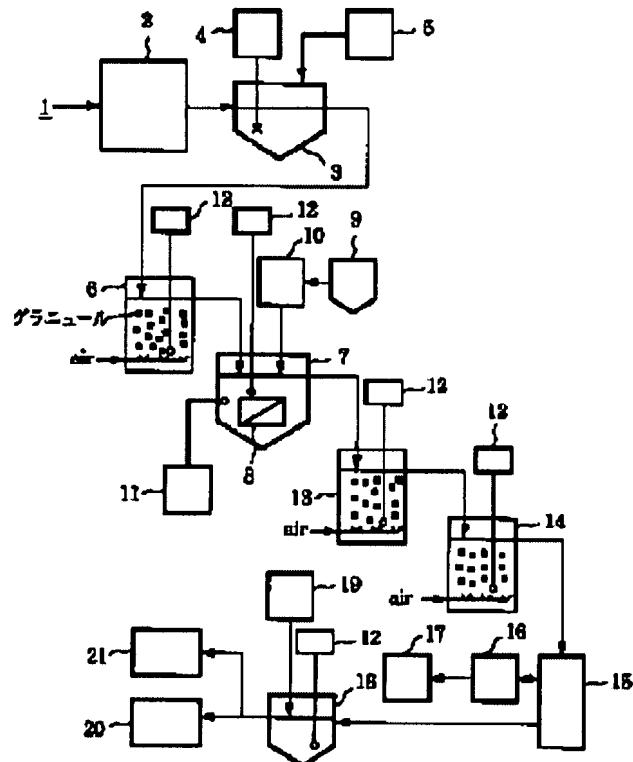
Application number: JP19990211763 19990727

Priority number(s): JP19990211763 19990727

[Report a data error here](#)

### Abstract of JP2001037467

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide the subject method and arrangement intended for biologically and physicochemically treating wastewater containing both ammonia and phosphorus and also recovering both the ammonia and phosphorus thus removed as useful resources. **SOLUTION:** This method comprises the steps wherein in a 1st phosphorus-removing means 2, a magnesium salt is added to wastewater containing both ammonia and phosphorus to separate and collect the phosphorus and part of the ammonia in a liquid phase in the form of magnesium phosphate; secondly, in a 1st nitrification means 6, the resultant wastewater is contacted with a microorganismal colony in an aerobic condition to oxidize about half of the ammonia in the liquid phase into nitrous acid; subsequently, in an ammonia oxidation means 7, the resultant wastewater is contacted with a microorganismal colony in an anaerobic condition to convert the remaining ammonia and the nitrous acid in the liquid phase to molecular nitrogen, which is expelled out of the system; wherein the ammonia oxidation means 7 is equipped with 2nd and 3rd nitrification means 13, 14 and a 2nd phosphorus-removing means 15 involving aluminum sulfate-deposited activated alumina to intend denitrification efficiency improvement and advanced phosphorus treatment.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

(19)日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開2001-37467

(P2001-37467A)

(43)公開日 平成13年2月13日(2001.2.13)

(51)Int.Cl.<sup>7</sup>

C 12 N 1/20  
C 02 F 1/28  
1/58

識別記号

F I

マコト<sup>†</sup>(参考)  
4 B 0 6 5  
P 4 D 0 2 4  
R 4 D 0 3 8  
P 4 D 0 4 0

3/34 101

3/34 101A

審査請求 未請求 請求項の数21 O L (全 11 頁)

(21)出願番号

特願平11-211763

(22)出願日

平成11年7月27日(1999.7.27)

(71)出願人 000006105

株式会社明電舎  
東京都品川区大崎2丁目1番17号

(72)発明者 松永 旭

東京都品川区大崎2丁目1番17号 株式会  
社明電舎内

(74)代理人 100062199

弁理士 志賀 富士弥 (外1名)

F ターム(参考) 4B065 AA01X AC20 CA55

4D024 AB12 BA12 BA13 DB14

4D038 AB12 AB43 AB48 BB06 BB19

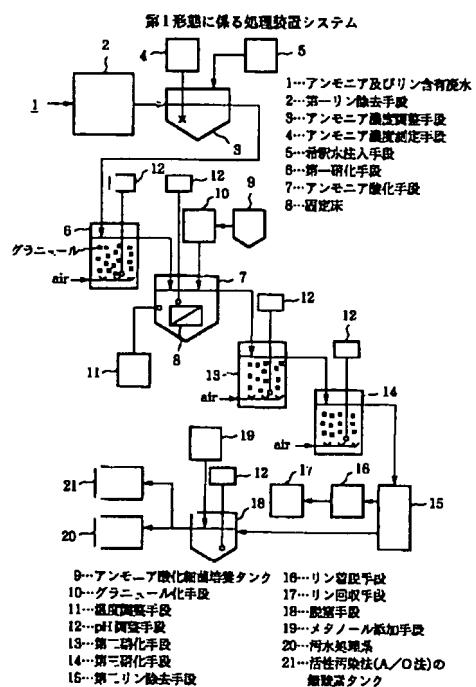
4D040 BB02

(54)【発明の名称】 アンモニア及びリン含有廃水処理方法及びその装置

(57)【要約】

【課題】 アンモニアとリンを含んだ廃水を生物化学的  
及び物理化学的に処理し、さらに除去したアンモニアと  
リンを有用資源として回収させる。

【解決手段】 第一リン除去手段2においてアンモニア  
とリンを含んだ廃水にマグネシウム塩を添加して液相中  
のリンと一部のアンモニアをリン酸マグネシウムとして  
分離回収した後、第一硝化手段6において好気状態で微  
生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝  
酸に酸化し、さらにアンモニア酸化手段7において無酸  
素状態で微生物群と接触させることで液相中のアンモニ  
アと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させる。  
アンモニア酸化手段7には、第二、第三硝化手段13、14  
及び硫酸アルミニウム添着活性アルミナによる第二リン  
除去手段15を具備させて脱窒の効率化及びリンの高度処  
理を図る。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水を無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなることを特徴とするアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項2】 アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水をさらに好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアを亜硝酸に酸化させる第二硝化工程と、前記第一リン除去工程と前記第二硝化工程の処理水を混合させた後、無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなることを特徴とするアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項3】 前記アンモニア酸化工程には、液相中に残留するアンモニア、亜硝酸または硝酸を生物学的脱窒によって系外に除去させる脱窒工程が供されることを特徴とする請求項1または2記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項4】 前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を吸着剤と接触させて液相中に残留するリンを吸着除去させる第二リン除去工程が供されることを特徴とする請求項1または2記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項5】 前記アンモニア酸化工程の処理水を前記第二リン除去工程に供した後、さらに前記脱窒工程に供することを特徴とする請求項1または2記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項6】 前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記脱窒工程に供給する前に好気状態で微生物群と接触させて液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第二硝化工程が供されることを特徴とする請求項1、3または4記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項7】 前記第二硝化工程には、前記第二硝化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて、さらに液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第三硝化工程が供されることを特徴とする請求項6記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項8】 前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて、さらに液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝

酸に酸化させる第三硝化工程が供されることを特徴とする請求項2~4記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項9】 前記第一リン除去工程は、前記廃水にマグネシウム塩を添加して液相中のアンモニアとリンをリン酸マグネシウムアンモニウムとして分離回収することを特徴とする請求項1~8記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項10】 前記第一リン除去工程は、前記廃水に無機塩と高分子凝集剤を添加して液相中のリンをヒドロキシアパタイトとして分離回収することを特徴とする請求項1~8記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項11】 前記第一リン除去工程は、前記廃水に硫酸第一鉄を添加して液相中のリンをリン酸鉄として固液分離することを特徴とする請求項1~8記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項12】 前記第二リン除去工程における吸着剤は、活性アルミナまたは硫酸アルミニウム添着活性アルミナとすることを特徴とする請求項4~11記載のアンモニア及びリン含有廃水処理方法。

【請求項13】 アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加する第一リン除去手段と、前記第一リン除去手段の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化手段と、前記第一硝化手段の処理水を無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化手段とかなることを特徴とするアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項14】 アンモニア及びリンを含んだ廃水が供給される第一リン除去手段と、前記第一リン除去手段の処理水が供給される前記第一硝化手段と、前記第一硝化手段の処理水をさらに好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアを亜硝酸に酸化させる第二硝化手段と、前記第一リン除去手段と前記第二硝化工程の処理水を混合させた後、無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化手段とかなることを特徴とするアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項15】 前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化手段の処理水が供給される脱窒手段が具備されることを特徴とする請求項13または14記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項16】 前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化手段の処理水を吸着剤と接触させる第二リン除去手段が具備されることを特徴とする請求項13または14記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項17】 前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記脱窒手段に供給する前

に好気状態で微生物群と接触させて液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第二硝化手段が具備されること特徴とする請求項13、15または16記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項18】 前記第一リン除去手段は、前記廃水にマグネシウム塩を添加して液相中のアンモニアとリンをリン酸マグネシウムアンモニウムとして分離回収させることを特徴とする請求項13～17記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項19】 前記第一リン除去手段は、前記廃水に無機塩と高分子凝集剤を添加して液相中のリンをヒドロキシアパタイトとして分離回収させることを特徴とする請求項13～17記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項20】 前記第一リン除去手段は、前記廃水に硫酸第一鉄を添加して液相中のリンをリン酸鉄として固液分離させることを特徴とする請求項13～17記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

【請求項21】 前記第二リン除去手段に係る吸着剤は、活性アルミナまたは硫酸アルミニウム添着活性アルミナであることを特徴とする請求項16～20記載のアンモニア及びリン含有廃水処理装置。

#### 【発明の詳細な説明】

##### 【0001】

【発明の属する技術分野】嫌気性消化汚泥や汚泥などの脱水分離液のような高濃度のアンモニアとリンを含む廃水を物理化学的及び生物化学的に処理するアンモニア及びリン含有廃水処理方法とその装置に関するものである。

##### 【0002】

【従来の技術】今日、我が国で普及している汚泥処理方法として、汚泥を直接脱水して焼却する方法、汚泥を嫌気性消化させたのち脱水して脱水ケーキの状態で処分するか、あるいは、さらに乾燥または焼却、溶融などを行なって処分する方法がある。

【0003】これらの処理方法における脱水工程において発生する分離液（脱水分離液）は、高濃度のアンモニ

三容器システムの各容器における平均水質、アンモニア酸化速度及び  
亜硝酸酸化速度

	第一容器	第二容器	第三容器
NH <sub>4</sub> -N (mg/l)	240	45.2	11.5
NO <sub>2</sub> -N (mg/l)	232	368	16.4
NO <sub>3</sub> -N (mg/l)	3.70	47.2	492
アンモニア酸化速度 [g-N/l・g' テュード・日]	7.80	5.84	1.01
亜硝酸酸化速度 [g-N/l・g' テュード・日]	0.11	1.83	11.2

【0008】三容器システムでは、アンモニアは完全に

アトリンを含んでおり、水処理系に返流すると、水処理系に対する窒素やリンの負荷を高めて放流水の窒素やリンの濃度を高める原因となる。

【0004】高濃度のアンモニア廃水を処理する方法として、硝酸菌を固定化したろ床等を用いた生物的硝化法が開発されているが、硝酸菌の高濃度アンモニア耐性に課題があり、アンモニア濃度が500mg-N/l以上である場合、被処理水を希釈する必要がある。

【0005】最近、比較的高濃度のアンモニアを効率良く硝化する方法が、knotらによってWater Research, Vol. 132, No.3, pp. 769-773 (1998)に発表された。その記述によると、500mg-N/lのアンモニア性窒素を含む無機合成下水に対し、等容積の反応容器を三基用いてエアレーションによって酸化処理を行っている。図3は、前記K.Notoらのアンモニア硝化処理装置（以下、三容器システムと称する）の概要図である。前記三容器システムにおいて、活性汚泥はポリエチレングリコールでグラニュール（顆粒）化させて容器61、62、63に投入され、被処理水としての無機合成下水は第一容器61に15g-N/l-グラニュール・日（容積負荷では3.0g-N/l・日）の汚泥負荷で供給される。すなわち、システム全体の汚泥負荷は、5.0g-N/l-グラニュール・日（容積負荷では1.0g-N/l・日）となっている。

【0006】表1に三容器システムによる硝化の各容器における、アンモニア性窒素(NH<sub>4</sub>-N)、亜硝酸性窒素(NO<sub>2</sub>-N)及び硝酸性窒素(NO<sub>3</sub>-N)の平均濃度と、アンモニア酸化速度、亜硝酸酸化速度を示す。被処理水中のNH<sub>4</sub>-Nの約半分は第一容器61で酸化され、残りは第二容器62で酸化された。第一、第二容器61、62では亜硝酸の酸化は顕著ではなかったが、第三容器63においては高いレベルで起こった。その結果、各容器によって硝化反応の内容が異なり、異なる硝化菌が優先種となり、第三容器63では亜硝酸酸化細菌が優先種となっていた。

##### 【0007】

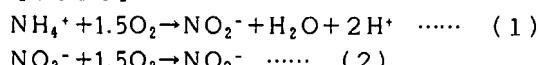
##### 【表1】

硝酸に酸化されたのに対して、単一容器システムによる

対照実験では同一負荷でアンモニアの約半分が酸化されずに残ることが確認された。したがって、高濃度のアンモニアを完全酸化するためには単一容器ではなく、三つの容器に分離させることが有効な手段だと考えられる。

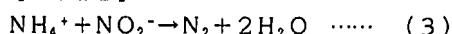
【0009】硝化細菌はアンモニアを亜硝酸に酸化するアンモニア酸化細菌（亜硝酸菌）と亜硝酸を硝酸に酸化する亜硝酸酸化細菌（硝酸菌）に大別でき、これらの細菌が関与する反応において、前者と後者は下記（1）（2）式によって表せる。

## 【0010】



また、近年、アンモニア酸化細菌の一部の属から酸素濃度の制限下で直接アンモニアを酸化し、亜硝酸を還元するいわゆる嫌気的アンモニア酸化反応を行う菌が見出された。この菌が関与する反応は、下記（3）式により表される。

## 【0011】



前記（1）から（3）式の反応を行う硝化細菌は独立栄養細菌であり、汚泥収率が低いことが知られている。

【0012】この嫌気的アンモニア酸化反応を利用した窒素除去プロセス（ANAMMOXプロセス）は、Graaflaによって発見され、この方法に関するM.Strousらの論文がWater Research, Vol.32, No.3, pp.1955-1962 (1997)に記載されている。その報告によれば、嫌気性消化汚泥分離液に対し亜硝酸を添加して亜硝酸イオンとアンモニウムイオンがおよそ化学的に等当量溶解している状態にした後、これを脱窒タンクから引抜いた種汚泥によって馴致させた固定床を設置している反応タンクに供給し、液温30°C、pH8のもとでタンク内滞留時間を6～23時間設けることによって亜硝酸アンモニウムを窒素ガスに分解させている。

【0013】また、水中のリンを除去する方法として、用水と廃水、Vol.41, No.3, pp.5-13(1999)における板坂らの報告によると、凝集沈殿法、昌析法、造粒脱リン法及び吸着法などがある。これらの方はそれぞれ一長一短があるが、高濃度のリンを除去する方法としては造粒脱リン法、低濃度のリンを除去する方法としては硫酸アルミニウム添着活性アルミナを用いた吸着法が優れているようである。

【0014】造粒脱リン法は、アンモニアを同時除去でき、かつ生成したリン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）は肥料として利用可能であるが、高濃度の廃水を対象とした処理法であるため、低濃度の廃水の処理には適していない。

【0015】硫酸アルミニウム添着活性アルミナを用いた吸着法は低濃度のリンを除去でき、吸着剤の再生利用やリンを回収して再資源化することができる利点がある。吸着剤の再生は、1N-NaOHを通水して循環さ

せた後、硫酸と硫酸アルミニウム溶液を充填層内に循環させることにより行なわれ、脱離・再生を20回繰り返しても初期吸着容量の80%以上が保たれる。さらに、脱離液に塩化カルシウムを加えることにより、Ca<sub>5</sub>(PO<sub>4</sub>)<sub>3</sub>OH(ヒドロキシアバタイト)の沈殿を生成させて、リンを回収でき、これは肥料として利用可能である。

【0016】その他、消化汚泥脱水分離液を処理する方法として、Water Environmental Research, Vol.69, No.6, pp.1128-1133 (1997)においてAgnes Mossakowskaらによって、硫酸第一鉄(FeSO<sub>4</sub>)を添加してリンを凝集分離してから、反復回分リアクターを用いて硝化を行い、硝化した脱水分離液を活性汚泥法(A/O法)の無酸素タンクに投入して脱窒を行わせるという方法が報告されている。

## 【0017】

【発明が解決しようとする課題】汚泥脱水分離液のような高濃度のアンモニアを含む廃水の処理方法として三容器システムによる硝化を行った場合、アンモニアは硝酸に酸化される。

【0018】しかし、この硝酸を高濃度で含む廃水を水処理系に返流させると、水処理系における窒素負荷が高まり、処理水中の窒素濃度が上昇する原因となる。また、硝化後に脱窒を行う必要があるが、脱窒を行う菌は他栄養性でありメタノールなどの有機物を水素源として供給する必要があり、処理コストが高くなるという問題がある。

【0019】さらに、高濃度の硝酸を含んでいる廃液における脱窒手段は、まだ実用レベルに達しておらず、特にpHが低い場合、亜硝酸が蓄積する傾向がある。亜硝酸が蓄積すると脱窒が阻害されるだけでなく、水処理系への窒素負荷を高めて処理水のCODや全窒素濃度を高める原因になる。亜硝酸は特に魚類の毒性が高いので放流水における亜硝酸の濃度上昇は避けねばならない。高濃度のアンモニアが完全に酸化すると高濃度の硝酸が生成するので、硝酸が生成する前の段階でできるだけアンモニアを除去して、硝酸の生成量を低減して脱窒プロセスへの硝酸の負荷を低減することが望ましい。

【0020】前述の嫌気性アンモニア酸化反応を用いた窒素除去手段は、亜硝酸源として亜硝酸ナトリウムのような薬剤を添加しなければならないので、処理コストの面で実用的な方法となっていない。また、嫌気的アンモニア酸化反応を行う微生物群は独立栄養性であるので有機物を水素源として供給する必要はないが、この反応を進行させるための条件、すなわち液相中のアンモニアを酸化させて亜硝酸イオンとアンモニウムイオンがおよそ化学的に等当量溶解した状態を実現させることは困難であると考えられている。

【0021】汚泥脱水分離液の脱リン手段としての造粒脱リン法は、リンと一緒にアンモニアの一部を除去させ

る利点を有しているが、高濃度のリンを対象とした手段であるので、造粒脱リン法単独では処理が不完全となる。また、硫酸アルミニウム添着活性アルミナを用いた吸着法は、高濃度のリンの除去には適していない。硫酸アルミニウム添着活性アルミナを用いた吸着法は低濃度のリンの除去には適しているが、 $\text{SO}_4^{2-}$ 、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ などがリン吸着を妨害する場合が多い。汚泥脱水分離液においては通常 $\text{SO}_4^{2-}$ は低濃度であり問題は少ないが、 $\text{HCO}_3^-$ 、 $\text{NO}_3^-$ は問題になり得る。脱窒プロセスにおいて $\text{NO}_3^-$ は減少するので、脱窒プロセス後に硫酸アルミニウム添着活性アルミニウムを用いた吸着法によりリン除去を行えば良いのであるが、 $\text{HCO}_3^-$ は増加するので、 $\text{HCO}_3^-$ によってリン除去が妨害される可能性がある。

【0022】一方、前記のAgnes Mossakowskaらのリン除去手段は、実用的な手段であるが、高濃度のリンを鉄塩として除去するとリンの回収再利用が困難となる。

【0023】本発明は、上記の事情に鑑み創作されたものであり、高濃度のアンモニアとリンを含む汚泥脱水分離液等の廃液に対し物理化学的処理と生物学的処理を施して効率的にアンモニアとリンを除去し、さらに除去したアンモニア及びリンを有用資源として回収させることができなるアンモニア及びリン含有廃水処理方法及びその装置を新たに提供することを課題とする。

【0024】

【課題を解決するための手段】上記の課題を解決させる手段として、第1発明は、アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水を無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなることを特徴としている。

【0025】第2発明は、アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水をさらに好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアを亜硝酸に酸化させる第二硝化工程と、前記第一リン除去工程と前記第二硝化工程の処理水を混合させた後、無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなることを特徴としている。

【0026】第3発明は、前記アンモニア酸化工程には、液相中に残留するアンモニア、亜硝酸または硝酸を生物学的脱窒によって系外に除去させる脱窒工程が供さ

れることを特徴としている。

【0027】第4発明は、前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を吸着剤と接触させて液相中に残留するリンを吸着除去させる第二リン除去工程が供されることを特徴としている。

【0028】第5発明は、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記第二リン除去工程に供した後、さらに前記脱窒工程に供することを特徴としている。

【0029】第6発明は、第1、3または4発明に係る前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記脱窒工程に供給する前に好気状態で微生物群と接触させて液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第二硝化工程が供されることを特徴としている。

【0030】第7発明は、第6発明に係る前記第二硝化工程には、前記第二硝化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて、さらに液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第三硝化工程が供されることを特徴としている。

【0031】第8発明は、第2～4発明に係る前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて、さらに液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第三硝化工程が供されることを特徴としている。

【0032】第9発明は、前記第一リン除去工程は、前記廃水にマグネシウム塩を添加して液相中のアンモニアとリンをリン酸マグネシウムアンモニウムとして分離回収することを特徴としている。

【0033】第10発明は、前記第一リン除去工程は、前記廃水に無機塩と高分子凝集剤を添加して液相中のリンをヒドロキシアバタイトとして分離回収することを特徴としている。

【0034】第11発明は、前記第一リン除去工程は、前記廃水に硫酸第一鉄を添加して液相中のリンをリン酸鉄として固液分離させることを特徴としている。

【0035】第12発明は、前記第二リン除去工程における吸着剤は、活性アルミナまたは硫酸アルミニウム添着活性アルミナとすることを特徴としている。

【0036】第13発明は、アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加する第一リン除去手段と、前記第一リン除去手段の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化手段と、前記第一硝化手段の処理水を無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化手段とからなることを特徴としている。

【0037】第14発明は、アンモニア及びリンを含んだ廃水が供給される第一リン除去手段と、前記第一リン除去手段の処理水が供給される前記第一硝化手段と、前記第一硝化手段の処理水をさらに好気状態で微生物群と接

触させて液相中のアンモニアを亜硝酸に酸化させる第二硝化手段と、前記第一リン除去手段と前記第二硝化工程の処理水を混合させた後、無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化手段とかなることを特徴としている。

【0038】第15発明は、前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化手段の処理水が供給される脱窒手段が具備されることを特徴としている。

【0039】第16発明は、前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化手段の処理水を吸着剤と接触させる第二リン除去手段が具備されることを特徴としている。

【0040】第17発明は、第13、15または16発明に係る前記アンモニア酸化手段には、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記脱窒手段に供給する前に好気状態で微生物群と接触させて液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させる第二硝化手段が具備されること特徴としている。

【0041】第18発明は、前記第一リン除去手段は、前記廃水にマグネシウム塩を添加して液相中のアンモニアとリンをリン酸マグネシウムアンモニウムとして分離回収することを特徴としている。

【0042】第19発明は、前記第一リン除去手段は、前記廃水に無機塩と高分子凝集剤を添加して液相中のリンをヒドロキシアバタイトとして分離回収することを特徴としている。

【0043】第20発明は、前記第一リン除去手段は、前記廃水に硫酸第一鉄を添加して液相中のリンをリン酸鉄として固液分離することを特徴としている。

【0044】第21発明は、前記第二リン除去手段に係る吸着剤は、活性アルミナまたは硫酸アルミニウム添着活性アルミナであることを特徴としている。

【0045】また、発明者は、上記の発明に係る手段から排出された処理水をさらに汚水処理系または活性汚泥法(A/O法)の無酸素タンクに供給することで前記廃水の窒素、リン等の汚濁負荷の低減を図っている。

#### 【0046】

【発明の実施の形態】以下、本発明の実施形態を図面に基づいて説明する。

(第1形態) 本形態に係る処理装置システムは、嫌気性消化汚泥や汚泥などの脱水分離液のような高濃度のアンモニア及びリンを含む廃水を物理化学的及び生物化学的に処理するアンモニア及びリン含有廃水処理手段において、アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水を無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜

硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなる。前記第一リン除去工程としては、前述の造粒脱リン法、昌析法、または凝集沈殿法等が用いられる。

【0047】前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を吸着剤と接触させて液相中に残留するリンを吸着除去させる第二リン除去工程と、液相中に残留するアンモニア、亜硝酸または硝酸を生物学的脱窒によって系外に除去させる脱窒工程とが供される。

【0048】前記吸着剤にはジルコニウム系(水和酸化ジルコニウム、ジルコニウムフェライト、水和酸化ジルコニウム活性炭複合体(有機態リンも吸着可))、塩基性炭酸イットリウム、活性アルミナ系(硫酸アルミニウム添着、硫酸アルミニウム未添着)、キレート樹脂系、パイロライト系、ハイドロタルサイト系、マグネシア系、タマリンドナット活性炭、ゼオライト系(ジルコニウム添着活性ゼオライト、カチオン導入天然ゼオライト)、鹿沼土、ランタン含浸シリカゲル、アルミニウムピラード、モンモリナイト、軽石及びスラグ等があり、これらには適正の被処理濃度範囲とpHがある。本発明に係る実施形態においては活性アルミナ系の硫酸アルミニウム添着活性アルミナが用いられているが、適正pHに調整させる手段を用いれば、他の吸着剤を用いて廃水中のリンを除去させることができる(ゼオライト系はアンモニウムイオンも同時除去が可能)。

【0049】前記アンモニア酸化工程には、前記アンモニア酸化工程の処理水を前記脱窒工程に供給する前に、液相中に残留するアンモニアと亜硝酸を硝酸に酸化させるべく、好気状態で微生物群と接触させて第二硝化工程が供され、さらに必要応じて前記第二硝化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させる第三硝化工程を供して液相中に残留するアンモニアと亜硝酸の酸化を図っている。このことで、後段の窒素除去の効率が高まるばかりでなく、BOD等の汚濁負荷をも低減させることができるとなる。

【0050】本形態に係る上記の構成によれば、第一リン除去工程における高濃度のリンの除去後、第一硝化工程における硝化反応によってアンモニウムイオンと亜硝酸イオンが概ね化学的に等当量濃度で溶解したイオン組成の反応液が得られる。このようなイオン組成が得られる理由として、第一硝化工程においては高濃度のアンモニアによって亜硝酸酸化菌(硝酸菌)が阻害されて亜硝酸から硝酸への酸化(前記(2)式)が抑制されているもの考えられる。このイオン組成は嫌気的アンモニア酸化反応の進行に適しており、この反応によって液相中の亜硝酸アンモニウムは大部分窒素に変換されて系外へと除去される。したがって、第二及び第三硝化工程(場合によって第三硝化工程は省略できる)における窒素の負荷が軽減されるばかりでなく、脱窒工程や汚水処理系への窒素負荷が軽減され、結果的に汚水処理施設における

薬品コストや消費電力が節減されることになる。

【0051】リンの除去に関しては高濃度のリン除去に適した方法と低濃度のリン除去に適した方法を組合せることで、リンの除去効率を高め、系外の汚水処理工程へのリンの負荷を低下させている。アンモニア酸化工程は、亜硝酸アンモニウムの窒素への酸化によって硫酸アルミニウム添着活性アルミナを用いたリン除去工程における機能低下の原因となるNO<sub>3</sub><sup>-</sup>を低減させる効果を奏する。脱窒工程においては反応液相中のHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>が増加するので第二リン除去工程を脱窒工程の前段に配置させることによってリンの除去機能を妨害させるHCO<sub>3</sub><sup>-</sup>の影響を軽減させている。凝集剤FeSO<sub>4</sub>による凝集沈殿法以外のリン除去工程は、リンを回収して肥料などとして利用が容易となる。

【0052】図1は、本形態に係る処理装置システムの概要図である。当該処理装置システムは、第一リン除去手段2、第一硝化手段6、アンモニア酸化手段7、第二硝化手段13、第三硝化手段14、第二リン除去手段15及び脱窒手段18から構成される。

【0053】第一リン除去手段2は、造粒脱リン法、昌析法または凝集沈殿法によって被処理水（アンモニア及びリン含有廃水1）中に含まれるリンを除去する。

【0054】造粒脱リン法で処理を行う場合、被処理水には、マグネシウム源としてドロマイ特（CaMg（CO<sub>3</sub>）<sub>2</sub>）、塩化マグネシウムまたは海水等のマグネシウム塩溶液が添加される。被処理水中に含まれるアンモニア性窒素及びリンは、有用資源リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）として分離回収される。

【0055】昌析法で処理を行う場合、塩化カルシウム、水酸化ナトリウムまたは炭酸ナトリウムなどの沈殿生成用の薬剤及びキトサンやポリアクリルアミドなどの高分子凝集剤が適当な添加率で添加され、被処理水中に含まれるリンはヒドロキシアパタイト（Ca<sub>5</sub>（PO<sub>4</sub>）<sub>3</sub>OH）として凝集沈殿される。また、前記高分子凝集剤によって液相中のCOD、SS成分等も除去される。かかる手段によって被処理水からリンを除去する場合には、例えば被処理水1リットルに対して塩化カルシウム溶液11g／1を0.2リットル、水酸化ナトリウム溶液50g／1と炭酸ナトリウム溶液65g／1の混合液を0.1リットル添加して攪拌した後、キトサンやポリアクリルアミドなどの高分子凝集剤を添加して緩やかに攪拌されれば、沈殿粒子をさらに巨大化させ、容易に固液分離させることができる。このヒドロキシアパタイトの生成分離手段は、第二リン除去手段15における吸着飽和に達した硫酸アルミニウム添着活性アルミナからリンを脱着して回収する場合にも用いられる。

【0056】凝集沈殿法で処理を行う場合、硫酸第一鉄（FeSO<sub>4</sub>）を添加してリンをリン酸鉄として凝集分離処理する。

【0057】リンが除去された汚泥脱水分離液は、第一

硝化手段6に供給される。尚、前記リン除去手段2と第一硝化手段6とを連結させている経路には、アンモニア濃度調整手段3が設置される。アンモニア濃度調整手段3には、アンモニア濃度測定手段4と希釈水供給手段5が付帯されている。アンモニア濃度調整手段4は、リン除去手段から供給された被処理水のアンモニア性窒素濃度を測定し、第一硝化手段6における硝化反応を効率的に行わせるべく、希釈水供給手段5によって希釈水を定量的に供給させて前記被処理水のアンモニア性窒素濃度を一定濃度以下に調整させる機能を有する。本形態においては、例えば、前記アンモニア性窒素濃度は約500mg-N／1以下に調整される。したがって、重力濃縮及び遠心濃縮汚泥の嫌気性消化における汚泥脱水分離液のアンモニア性窒素濃度はそれぞれ500、1000mg-N／1であるので、前者は無希釈でよいが、後者は2倍程度に希釈される。

【0058】第一硝化手段6は、第一リン除去手段2から供給した被処理水を活性汚泥によって好気的に酸化処理し、被処理水中に含まれるアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化する。被処理水は、活性汚泥に対する窒素負荷が15g-N／1-グラニュール・日（容積負荷では3.0g-N／1・日）となるように供給される。第一硝化手段6に付帯されたpH調整手段12は、同手段6内の反応液のpHを測定し、硝化処理に最適な条件に調整させる。活性汚泥は、ポリエチレン glycol や高吸水樹脂などを用いてグラニュール化させてから投入され、空気攪拌によって馴致される。第一硝化処理水は、アンモニア酸化手段7に供給される。

【0059】アンモニア酸化手段7は、アンモニア酸化処理タンクに温度調整手段11とpH調整手段12が設置されることにより構成される。温度調整手段11及びpH調整手段12は、同タンク内に供給された固液分離液の液温とpHを測定して、嫌気性アンモニア酸化処理に最適な条件（例えば、液温30°C、pH 8付近）となるように調整する機能を有する。同タンク内に据付けられている固定床8には、脱窒素タンクから引き抜きぬかれた種汚泥により馴致された活性汚泥が固定されており、6～23時間の滞留時間の条件で、液中の亜硝酸アンモニウムを分子状窒素に変換して大気中に放出させる。また、アンモニア酸化細菌培養タンク9に前記種汚泥を投入した後に亜硝酸アンモニウムを基質とした無機合成培地で培養させた汚泥を、グラニュール化手段10によってグラニュール化させてアンモニア酸化処理タンクに供給してもよい。アンモニア酸化手段7の処理水は、第二硝化手段13に供給される。

【0060】第二硝化手段13は、第一硝化手段6の反応タンクと等容積の反応タンクにおいて、第一硝化手段6と同様にポリエチレン glycol や高吸水性樹脂などをグラニュール化させた活性汚泥を種菌として投入し、空気攪拌を行う。本手段においても、pH調整手段12が付

帶されている。第二硝化タンクに供給された被処理水中の残存アンモニアや亜硝酸は、好気状態で活性化された汚泥中の微生物群による硝化作用によって硝酸に酸化される。第二硝化手段13の処理水は、必要に応じて第三硝化手段14において、さらに硝化処理される。

【0061】第二リン除去手段15は、硫酸アルミニウム添着活性アルミナを吸着剤として充填させたカラムに第二硝化手段13または第三硝化手段13からの処理水を定量的に通水させることにより、前記処理水中に含まれる低濃度のリンを吸着除去する。活性アルミナは、低濃度領域での吸着容量が特に大きく、下水等の高度処理や河川の処理に適している。特に、本形態において用いられている硫酸アルミニウム添着活性アルミナの最適pHは6～7.5であり、他の吸着剤と比べ、ほとんどpHを調整させずにリンを効率的に吸着させることができる。前記カラムは、脱離工程後、適時に硫酸と硫酸アルミニウム溶液を循環供給されれば前記活性アルミナを再生させることできる。第二リン除去手段15の処理水は、脱窒手段15に供給される。

【0062】また、第二リン除去手段15には、吸着除去させたリンを再資源化するためにリン脱着手段16が付帯される。リン脱着手段16は、吸着したリンを化学的処理によって脱離させる。すなわち、前記カラム内の硫酸アルミニウム添着活性アルミナに対し、吸着剤充填体積の3倍量のアルカリ溶液（例えば、1N水酸化ナトリウム）を空間速度30/hで循環供給させてリンを脱離させる。リンを含んだ脱離液は、回収手段17に供給される。リン回収手段17は、前記脱離液に塩化カルシウムを定量的に供給することでリンを有用資源となるヒドロキシアバタイト（ $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ）として沈殿させて回収する。

【0063】脱窒手段18は、無酸素状態で活性化された汚泥中の微生物群による脱窒反応によって被処理水中に含まれる亜硝酸、硝酸を分子状窒素に還元する。生成された分子状窒素は、大気中に放出される。効率的に脱窒処理を行うべく脱窒手段18には、メタノール添加手段19とpH調整手段12が付帯される。メタノール添加手段は、脱窒反応における水素源としてメタノールを定量的に添加する。pH調整手段12は、反応液のpHを脱窒反応に最適な条件に調整する。

【0064】ここで、図1中の脱窒手段18は、第二リン除去手段15の後段に設置させているが、前記第三硝化手段14の処理水中には $\text{NO}_3^-$ が多く含まれることもありて第二リン除去手段15の活性アルミナの除去効率が低下する場合があり得る。また、生物学的脱窒の効率維持のためにも前記脱手段に供給される被処理水中に少々ながらも脱窒に係る微生物の栄養源としてリンが含まれてもよい。前述のように脱窒作用によって液相中の $\text{HCO}_3^-$ の濃度が増えるが、 $\text{HCO}_3^-$ に影響されない活性アルミナやその他の吸着剤を選択すれば、第二リン除去手

段15を脱窒手段18の後に設置させることで、窒素成分（特に $\text{NO}_2-\text{N}$ 、 $\text{NO}_3-\text{N}$ ）及びリン成分をより効果的に除去させることができる。

【0065】脱窒手段18の処理水は、さらに汚水処理系20または活性汚泥処理系（A/O法）の無酸素タンク21に供給され、処理された後に放流される。また、第二硝化手段13、第三硝化手段14または第二リン除去手段15からの処理水は、活性汚泥処理系（A/O法）の無酸素タンク21に直接供給して脱窒処理してもよい。（第2形態）本形態に係る処理装置システムは、嫌気性消化汚泥や生汚泥などの脱水分離液のような高濃度のアンモニア及びリンを含む廃水を物理化学的及び生物化学的に処理するアンモニア及びリン含有廃水処理手段において、アンモニア及びリンを含んだ廃水に添加剤を添加して液相中のリンを除去させる第一リン除去工程と、前記第一リン除去工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化させる第一硝化工程と、前記第一硝化工程の処理水をさらに好気状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアを亜硝酸に酸化させる第二硝化工程と、前記第一リン除去工程と前記第二硝化工程の処理水を混合させた後、無酸素状態で微生物群と接触させて液相中のアンモニアと亜硝酸を分子状窒素に変換して系外に除去させるアンモニア酸化工程とからなる。前記第一リン除去工程は、第1形態と同様の手段が採られる。

【0066】前記アンモニア酸化工程には、第1形態と同様に、前記アンモニア酸化工程の処理水を第1形態と同種の吸着剤と接触させて液相中に残留するリンを吸着除去させる第二リン除去工程と、液相中に残留するアンモニア、亜硝酸または硝酸を生物学的脱窒によって系外に除去させる脱窒工程とが供される。

【0067】さらに、前記アンモニア酸化工程には、必要とあらば、前記アンモニア酸化工程の処理水を好気状態で微生物群と接触させる第三硝化工程が供され、液相中に残留するアンモニアと亜硝酸の硝酸への酸化を図っている。このことで、後段の窒素除去の効率が高まるばかりでなく、BOD等の汚濁負荷をも低減させることが可能となる。

【0068】本形態に係る上記の構成によれば、高濃度のリンを除去した後、第二硝化工程においてアンモニアの大部分が亜硝酸に酸化されたイオン組成の液が得られるので、第二硝化工程と第一リン除去工程の処理水を等容量で混合することにより、アンモニウムイオンと亜硝酸イオンが概ね化学的に等当量濃度で溶解したイオン組成の液が得られる。このようなイオン組成が得られるについて第一形態と同様の理由が考えられる。すなわち、第一硝化工程においては高濃度の第一硝化工程においては高濃度のアンモニアによって、亜硝酸酸化菌（硝酸菌）が阻害されて亜硝酸から硝酸への酸化（前記（2）式）が抑制されているためである。前記のイオン

組成は前記アンモニア酸化反応の進行に適しており、この反応によって液相中の亜硝酸アンモニウムは窒素に変換されて系外へと除去される。したがって、第三硝化工程（場合によって第三硝化工程は省略できる）における窒素の負荷が軽減されるばかりでなく、脱窒工程や汚水処理系への窒素負担が軽減され、汚水処理施設における薬品コストや消費電力が節減される。また、本形態に係るリン除去手段の効果については第1形態と同様の効果が得られる。

【0069】図2は、本形態に係る処理装置システムの概要図である。当該処理装置システムは、第1形態と同様に、第一リン除去手段2、第一硝化手段6、第二硝化手段13、アンモニア酸化手段7、第三硝化手段14、第二リン除去手段15及び脱窒手段18から構成されるが、アンモニアを多く含む第一リン除去手段2の処理水と亜硝酸を多く含む第二硝化手段の処理水とをアンモニア酸化手段7に定量的に供給して同手段7の被処理水中に含まれるアンモニア濃度と亜硝酸濃度とを化学的に等当量に調整させるという点で第1形態と相違する。かかる手段によってアンモニアと亜硝酸の濃度に応じて嫌気的アンモニア酸化手段におけるアンモニア酸化処理を効率的に行っている。

【0070】第一リン除去手段2は、第1形態と同様に、造粒脱リン法、昌析法または凝聚沈殿法によって被処理水（アンモニア及びリン含有廃水1）中に含まれるリンを除去する。

【0071】造粒脱リン法で処理を行う場合、被処理水には、マグネシウム源としてドロマイ特（CaMg（CO<sub>3</sub>）<sub>2</sub>）、塩化マグネシウムまたは海水等のマグネシウム塩溶液が添加される。被処理水中に含まれるアンモニア性窒素及びリンは、有用資源リン酸マグネシウムアンモニウム（MAP）として分離回収される。

【0072】昌析法で処理を行う場合、塩化カルシウム、水酸化ナトリウムまたは炭酸ナトリウムなどの沈殿生成用の薬剤及びキトサンやポリアクリルアミドなどの高分子凝聚剤が適当な添加率で添加され、被処理水中に含まれるリンはヒドロキシアパタイト（Ca<sub>2</sub>（OH）PO<sub>4</sub>）として凝聚沈殿される。また、前記高分子凝聚剤によって液相中のCOD、SS成分等も除去される。かかる手段によって被処理水からリンを除去する場合には、本形態においても例えば、被処理水1リットルに対して塩化カルシウム溶液11g/lを0.2リットル、水酸化ナトリウム溶液50g/lと炭酸ナトリウム溶液65g/lの混合液を0.1リットル添加して攪拌した後、キトサンやポリアクリルアミドなどの高分子凝聚剤を添加して緩やかに攪拌させることで沈殿粒子を巨大化させ、これを固液分離させる。このヒドロキシアパタイトの生成分離は、第1形態と同様に、第二リン除去手段15における吸着飽和に達した硫酸アルミニウム添着活性アルミナからリンを脱着して回収する場合にも用いられる。

【0073】凝聚沈殿法で処理を行う場合、硫酸第一鉄（FeSO<sub>4</sub>）を添加してリンをリン酸鉄として固液分離させる。

【0074】第一リン除去手段2の処理水は、アンモニア濃度調整手段3によって第一硝化手段6とアンモニア酸化手段7とに分配供給される。アンモニア濃度調整手段3には、第1形態と同様に、アンモニア濃度測定手段7と希釈水供給手段5が付帯されている。アンモニア濃度調整手段7は、リン除去手段2から供給された被処理水のアンモニア性窒素濃度を測定し、第一硝化手段における硝化反応を効率的に行わせるべく、希釈水供給手段5によって希釈水を定量的に供給して前記被処理水のアンモニア性窒素濃度を一定濃度以下に調整させる機能を有する。本形態においても、前記アンモニア性窒素濃度は約500mg-N/l以下に調整される。したがって、重力濃縮及び遠心濃縮生汚泥の嫌気性消化における汚泥脱水分離液のアンモニア性窒素濃度はそれぞれ500、1000mg-N/lであるので、前者は無希釈でよいが、後者は少なくとも2倍希釈される。

【0075】第一硝化手段6は、アンモニア濃度調整手段3から分配供給された第一リン除去手段2の処理水を活性汚泥によって好気的に酸化処理し、液相中に含まれるアンモニアの約半分を亜硝酸に酸化する。被処理水は、第1形態と同様に、活性汚泥に対する窒素負荷が15g-N/l-グラニュール・日（容積負荷では3.0g-N/l・日）となるように供給される。第一硝化手段6に付帯されたpH調整手段12は、第一硝化手段6内の反応液のpHを測定して、硝化処理に最適な条件に調整させる。活性汚泥は、ポリエチレングリコールや高吸水樹脂などを用いてグラニュール化させて投入され、空気攪拌によって馴致される。第一硝化処理水は、第二硝化手段13に供給される。

【0076】第二硝化手段13は、第一硝化手段6の反応タンクと等容積の反応タンクにおいて、第一硝化手段6と同様にポリエチレングリコールや高吸水性樹脂などでグラニュール化させた活性汚泥を種菌として投入し、空気攪拌を行う。第二硝化手段13の反応タンクにおいては空気攪拌によって液相中のアンモニアが亜硝酸に酸化される。第二硝化手段13の処理水は、流量調整手段31を介してアンモニア酸化手段7に供給される。

【0077】アンモニア酸化手段7は、アンモニア酸化処理タンクにpH調整手段12と温度調整手段14が設置されることにより構成される。アンモニア酸化手段7には、被処理水として流量調整手段31を介して亜硝酸を多く含んだ第二硝化手段13の処理水が、また流量調整手段32を介してアンモニアを多く含んだ第一リン除去手段2の処理水が供給される。流量調整手段31、32は、アンモニア酸化タンク内に供給された被処理水中に含まれる亜硝酸とアンモニアの濃度が化学的に等当量になるように被処理水の流量を調整する。pH調整手段12及び温度調

整手段14は、同タンク内に供給された被処理水の液温とpHを測定して、アンモニア酸化処理に最適な条件（例えば、液温30°C、pH 8付近）となるように調整を行う。本形態のアンモニア酸化処理タンク内に据付けられている固定床8にも、脱窒素タンクから引き抜きぬかれた種汚泥により馴致された活性汚泥が固定されており、6～23時間のタンク内滞留時間で、液相中の亜硝酸アンモニウムを分子状窒素に変換して大気中に放出させる。勿論、第1形態と同様に、アンモニア酸化細菌培養タンク9に前記種汚泥を投入した後に亜硝酸アンモニウムを基質とした無機合成培地で培養させた汚泥をグラニュール化手段10によってグラニュール化させてアンモニア酸化処理タンクに供給してもよい。アンモニア酸化手段7の処理水は、第三硝化手段14に供給される。

【0078】第三硝化手段14は、第一及び第二硝化手段の反応タンク6、13と等容積の反応タンクにおいて、第一及び第二硝化手段と同様にポリエチレングリコールや高吸水性樹脂などでグラニュール化させた活性汚泥を種菌として投入し、空気攪拌を行う。第三硝化手段13の反応タンクにおいては、空気攪拌によって活性化された汚泥中の微生物群による硝化作用によって液相中の残存したアンモニアと亜硝酸が硝酸に酸化される。本手段は、流入窒素負荷に応じて適時に省略してもよい。第三硝化手段13の処理水は、第二リン除去手段16に供給される。

【0079】第二リン除去手段16は、硫酸アルミニウム添着活性アルミナを吸着剤として充填させたカラムに第二硝化手段13または第三硝化手段14の処理水を定量的に通水することにより前記処理水中に含まれる低濃度のリンを吸着除去する。前記カラムは、脱離工程後において適時に硫酸と硫酸アルミニウム溶液を循環供給されれば前記活性アルミナを再生させることできる。第二リン除去手段15の処理水は、脱窒手段18に供給される。第1形態と同様に、第二リン除去手段には、吸着除去させたリンを再資源化するためにリン脱着手段16が付帯される。リン脱着手段17は、第1形態と同じ要領で化学的処理を行い、吸着させたリンを脱離させる。すなわち、前記カラム内の硫酸アルミニウム添着活性アルミナに対し、吸着剤充填体積の3倍量のアルカリ溶液（例えば、1N水酸化ナトリウム）を空間速度30/hで循環供給させてリンを脱離させる。リンを含んだ脱離液は、リン回収手段17に供給される。リン回収手段17は、前記脱離液に塩化カルシウムを定量的に供給することでリンをヒドロキシアバタイト ( $\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3\text{OH}$ ) として沈殿させて回収する。

【0080】脱窒手段18は、無酸素状態で活性化された汚泥中の微生物群による脱窒反応によって被処理水中に含まれる亜硝酸、硝酸を分子状窒素に還元する。生成された分子状窒素は、大気中に放出される。効率的に脱窒処理を行うべく脱窒手段18には、pH調整手段12とメタノール添加手段19が付帯される。pH調整手段12は、反

応液のpHを脱窒反応に最適な条件に調整する。メタノール添加手段19は、脱窒反応における水素源としてメタノールを定量的に添加する。尚、第1形態と同様の趣旨により脱窒手段18を第二リン除去手段15の後段に設置してもよい。

【0081】脱窒手段18の処理水は、さらに汚水処理系21または活性汚泥処理系（A/O法）の無酸素タンク23に供給され、処理された後に放流される。第1形態と同様に、第二リン除去手段15からの処理水は、活性汚泥処理系（A/O法）の無酸素タンク21に供給して脱窒処理を行わせてもよい。

### 【0082】

【発明の効果】本発明に係るアンモニア及びリン含有廃水処理方法及びその装置によれば、汚泥脱水分離液等の高濃度のアンモニアとリンを含んだ廃水に対し、物理化学的処理によってリンを除去した後、これに生物学的処理（硝化）を施すことでアンモニウムイオンと亜硝酸イオンが化学的等当量に溶解したイオン組成の反応液が得られる。このイオン組成は、嫌気的アンモニア酸化処理において有効な手段となり、液相中の亜硝酸イオンとアンモニウムイオンを容易に窒素ガスに変換させて系外に除外させることができる。また、前記アンモニア酸化処理による亜硝酸の除去は、吸着剤として活性アルミナを用いた低濃度用リン除去手段の機能障害の原因となる硝酸イオンの生成の低減にもつながる。さらに、高濃度のリン除去に適した方法と低濃度のリン除去に適した方法を組合せることで、リンの除去効率が向上し、かつ系外の汚水処理工程へのリンの負荷が軽減され、除去したアンモニア及びリンは有用資源として回収させることができる。

【0083】このように、高濃度のアンモニアとリンを含んだ廃水に対する本発明に係る物理化学的処理と生物化学的処理の組み合わせによって系外の汚水処理工程への窒素、リン及びBOD源等の汚濁負荷も軽減されて汚泥処理設備を備えた汚水処理施設の経済的な管理が可能となるばかりでなく、除去したアンモニアやリンを有用資源としての利用も可能となる。

### 【図面の簡単な説明】

- 【図1】第1形態に係る処理装置システム概要図。
- 【図2】第2形態に係る処理装置システム概要図。
- 【図3】三容器システムによるアンモニア硝化処理装置システム概要図。

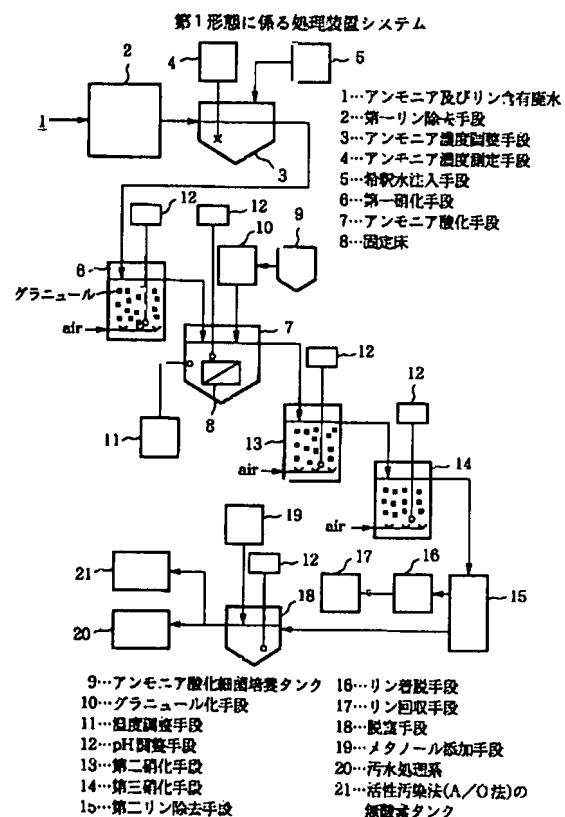
### 【符号の説明】

- 1…アンモニア及びリン含有廃水
- 2…第一リン除去手段
- 3…アンモニア濃度調整手段
- 4…アンモニア濃度測定手段
- 5…希釈水注入手段
- 6…第一硝化手段
- 7…アンモニア酸化手段

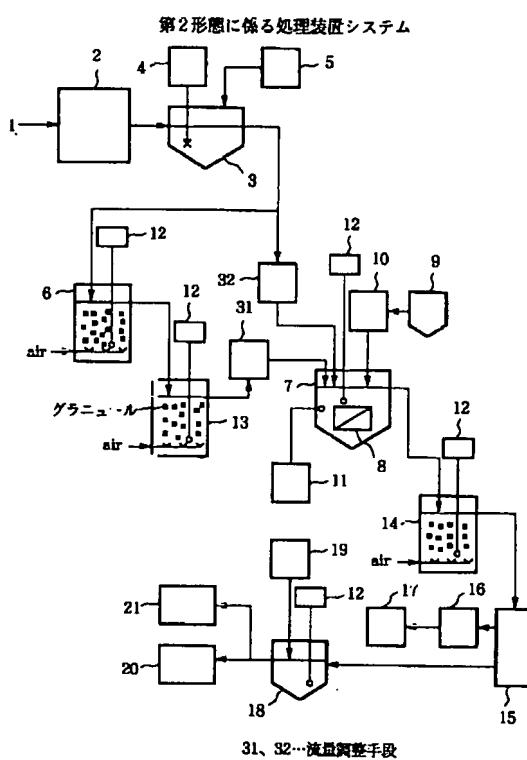
- 8…固定床  
 9…アンモニア酸化細菌培養タンク  
 10…グラニュール化手段  
 11…温度調整手段  
 12…pH調整手段  
 13…第二硝化手段  
 14…第三硝化手段  
 15…第二リン除去手段

- 16…リン脱着手段  
 17…リン回収手段  
 18…脱窒手段  
 19…メタノール添加手段  
 20…汚水処理系  
 21…活性汚泥法(A/O法)の無酸素タンク  
 31、32…流量調整手段

【図1】



【図2】



【図3】

三容器システムによるアンモニア硝化処理装置

